

BEST AVAILABLE COPY

CONTROL METHOD FOR BACK HOE

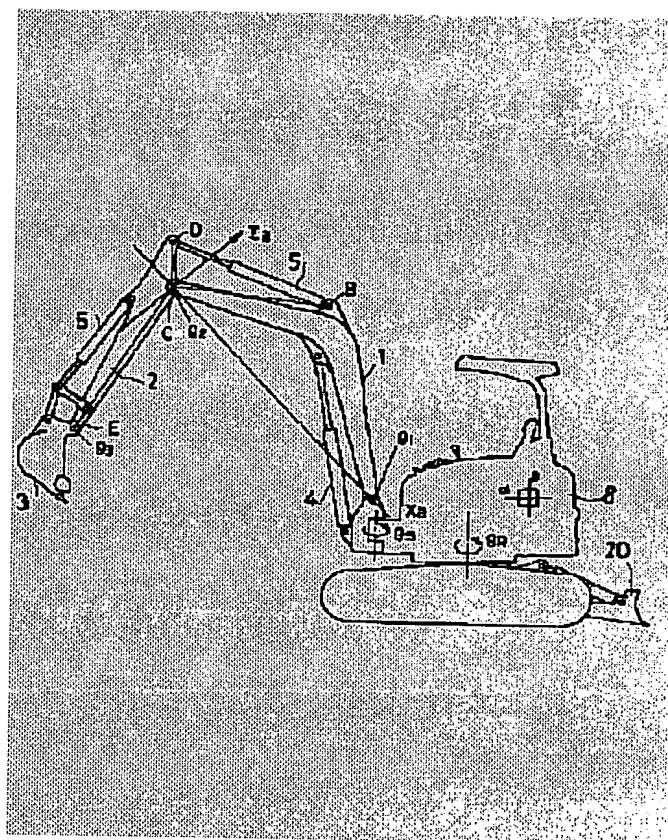
Patent number: JP8253950
Publication date: 1996-10-01
Inventor: SAKAMOTO YOSHIZO; NOMA YASUO; SHIOZAKI SHUJI; TADA SHIGEKI
Applicant: YANMAR DIESEL ENGINE CO
Classification:
- International: E02F3/43; E02F9/20; E02F9/24; E02F3/42; E02F9/20; E02F9/24; (IPC1-7): E02F3/43; E02F9/20; E02F9/24
- european:
Application number: JP19950055514 19950315
Priority number(s): JP19950055514 19950315

Report a data error here

Abstract of JP8253950

PURPOSE: To reduce a deviation from a track, even if a loss time exists in the hydraulic system of the main boom, by estimating the motion of the bucket arm and carrying out the feeding-forward control to the main boom.

CONSTITUTION: The bucket arm 2 is operated by the motion of an arm operation lever turning back and forth and the motor for gyration is driven by the motion thereof to the right and left sides. The forward and backward turn of the main boom 1 is operated by the forward and backward turn of the bucket boom operation lever arranged at the right hand and the bucket 3 is operated by the right and left turn. The electric hydraulic control of the main boom 1 and the bucket 3 can be carried out when the arm operation lever is mechanically manipulated. In this way, the main boom 1 and the bucket 3 are controlled to follow up the movement of the bucket arm 2 and linearly move the blade edge of bucket 3. In this case, the moving quantity of the bucket arm 2 is estimated and calculated on the basis of the motion of the arm operation lever and the main boom 1 is moved to the aimed linear direction preset in advance.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-253950

(43) 公開日 平成8年(1996)10月1日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
E 0 2 F	3/43		E 0 2 F	A
	9/20			G
	9/24			B

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平7-55514

(22) 出願日 平成7年(1995)3月15日

(71) 出願人 000008781

ヤンマーディーゼル株式会社

大阪府大阪市北区茶屋町1番32号

(72) 発明者 坂本 佳三

大阪府大阪市北区茶屋町1番32号 ヤンマーディーゼル株式会社内

(72) 発明者 野間 康男

大阪府大阪市北区茶屋町1番32号 ヤンマーディーゼル株式会社内

(72) 発明者 塩崎 修司

大阪府大阪市北区茶屋町1番32号 ヤンマーディーゼル株式会社内

(74) 代理人 弁理士 矢野 寿一郎

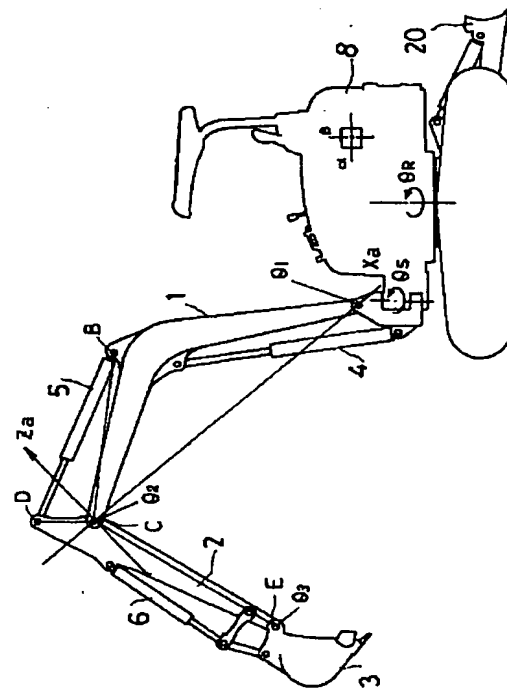
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 バックホーの制御方法

(57) 【要約】

【目的】 バックホーにおいて、通常の操作時において発生する、操作遅れや、バケットの垂れ下がりや、追従性の悪さ等を解消するものである。また機体の固有振動数に合致した振動が発生することにより、機体が大きく共振するのを阻止する。

【構成】 バックホーにおいて、アーム操作レバーの機械的操作を検出して、電氣的にメインブームとバケットを操作し、バケットの先端が直線的に目標位置に到達すべく構成した。機体の固有振動数を求めて、該固有振動数になる可能性のある場合の帯域には、ノッチフィルタによりフィルタを掛けた。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 メインブーム 1 の先端にバケットアーム 2 を枢支し、該バケットアーム 2 をアーム操作レバー 7 により操作する構成において、該アーム操作レバー 7 の動きから、バケットアーム 2 の動作量を予測計算し、メインブーム 1 を予め設定された目標直線方向に動作させるようにしたバックホーの制御方法。

【請求項 2】 メインブーム 1 の先端にバケットアーム 2 を枢支し、該バケットアーム 2 をアーム操作レバー 7 により操作するバックホーにおいて、バケットアーム 2 が予め設定した動作制限範囲に到達すると動作速度を減じ、動作停止領域に到達するまでは、距離に応じて連続的に減速するように構成したことを特徴とするバックホーの制御方法。

【請求項 3】 メインブーム 1 の先端にバケットアーム 2 を枢支し、該バケットアーム 2 をアーム操作レバー 7 により操作するバックホーの作業機を操作する油圧シリンダの内圧を検出し、ポンプ吐出圧力よりも高ければ、ポンプ吐出圧力を上昇させ、油圧シリンダの負荷圧力と一致させることを特徴とするバックホーの制御方法。

【請求項 4】 メインブーム 1 の先端にバケットアーム 2 を枢支し、該バケットアーム 2 をアーム操作レバー 7 により操作するバックホーの制御信号・センサー信号のうちで、起振源となり得る共振周波数成分を求め、該共振周波数が変化する帯域の幅に対応するノッチフィルタ N を介装して、メインブーム 1 の揺動振動を減衰させることを特徴とするバックホーの制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、バックホーにおいて、メインブームやバケットアームやバケット等の制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来から、バックホーの制御装置に関する技術は公知とされているのである。例えば、特公昭 62-42096 号公報に記載の技術の如くである。しかし、従来の技術においては、フィードバック制御をした場合に、直線軌道の開始直後に、ブームの油圧系要素が持つ無駄時間による応答遅れが発生し、軌道から大きく外れるという不具合があったのである。

【0003】また従来は、特開平 2-252824 に示すようにバケットアーム 2 が動作制限範囲に掛かると停止するように構成されている。または、制限領域を何段階か設け、段階的に速度を減速する等の方法が公知とされている。しかし、前者の方法では、バケットアームの停止の回数頻度が多くなり、実用上から煩わしいのである。また後者の場合には、一旦制限領域に入り、再び離脱する場合に、急にバケットアームの速度が変化するので、作業フィーリングが悪いという問題点があったのである。

【0004】また、従来の電磁リリーフ弁によるポンプ吐出圧力制御では、通常コントロール弁でセンターパイパスしているアンロード回路を閉じる必要がある。即ち、基本的にクローズドセンターシステムにする必要があり、自動制御専用のコントロール弁が必要となっていたのである。

【0005】また、従来は電子油圧制御されるバックホーなどの油圧作業機において、バケットアーム 2 の動作によって、作業機本体が揺動され、機体が異常に揺動することがあった。これに対する対策としては、機械的に油圧の立ち上がりを抑止する油圧ショックレス方式がある。この方式では、操作時の立ち上がり特性が鈍化し、かつ油圧システムのコストが高騰するという不具合があった。また他の対策として、コントローラ 12 の制御信号の変化幅に制限を加える、電子ショックレス方式である。この方式の問題点は、操作時の立ち上がり特性の鈍化と、コントローラ 12 の演算負荷の増大という点である。本発明はこのような不具合を解消したものである。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、アームの動作を予測して、ブームにフィードフォワード制御することで、ブームの油圧系に無駄時間が発生しても、軌道からのズレが小さく抑えられるように構成したものである。

【0007】本発明においては、動作制限領域に掛かった際においても、作業を中断することなく、なおかつ、制限領域から離脱する際もスムーズに動作を可能にすることで、オペレータの違和感を無くし、良好な操作性を確保し、かつ停止領域直前での最大速度が非常に小さくなっており、バケットアーム 2 の動作慣性などで、停止領域を超えることが無いので安全上も好ましいバックホーの制御方法としたものである。

【0008】また、掘削開始時の電磁比例弁、ブームシリンダ 4 のブームコントロール弁 V1 の動作遅れに伴う腕下がりやを低減し、掘削軌道精度を向上することが出来るのである。また掘削動作開始時に、チェック弁の閉塞動作により発生するアクチュエータの油圧衝撃を防止し、スムーズな動作を行うことを目的とする。

【0009】また、機体の固有動揺周波数に対して、制御信号の中で、その固有周波数だけを除去し、機体の共振に基づく動揺を軽減することが出来るのである。また、特定の周波数帯域のみ減衰させるので、操作時の立ち上がり特性の鈍化が少ない。また油圧サーボ系のゲイン余裕が大きくなるので、サーボゲインを上げられ、応答性を改善できるのである。またフィルタをアナログ回路で構成できるので、コントローラ 12 の演算負荷が掛からず、かつ低コストで実現を可能とするものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明が解決しようとする課題は以上の如くであり、次に該課題を解決するため

の手段を説明する。請求項 1 においては、メインブーム 1 の先端にバケットアーム 2 を枢支し、該バケットアーム 2 をアーム操作レバー 7 により操作する構成において、該アーム操作レバー 7 の動きから、バケットアーム 2 の動作量を予測計算し、メインブーム 1 を予め設定された目標直線方向に動作させるようにしたものである。

【0011】請求項 2 においては、バックホーにおいて、バケットアーム 2 が予め設定した動作制限領域に到達すると動作速度を減じ、動作停止領域に到達するまでは、距離に応じて連続的に減速するように構成した。

【0012】請求項 3 においては、バックホーの作業機を操作する油圧シリンダの内圧を検出し、ポンプ吐出圧力よりも高ければ、ポンプ吐出圧力を上昇させ、油圧シリンダの負荷圧力と一致させるものである。

【0013】請求項 4 においては、制御信号・センサー信号のうちで、起振源となり得る共振周波数成分を求め、該共振周波数が変化する帯域の幅に対応するノッチフィルタ N を介装して、メインブーム 1 の揺動振動を減衰させるものである。

【0014】

【作用】請求項 1 の発明によれば、バケットアーム 2 の動作を予測して、メインブーム 1 にフィードフォワード制御することにより、メインブーム 1 の油圧系に無駄時間があっても、軌道からのズレが少なく抑えられる。

【0015】請求項 2 の発明によれば、動作制限領域に掛かった際においても、作業を中断することなく、なおかつ、制限領域から離脱する際もスムーズに動作を可能にすることで、オペレータの違和感を無くし、良好な操作性を確保し、かつ停止領域直前での最大速度が非常に小さくなっており、バケットアーム 2 の動作慣性などで、停止領域を超えることが無いので安全上も好ましいバックホーの制御方法を得ることが出来る。

【0016】請求項 3 の発明によれば、掘削開始時の電磁比例弁、ブームシリンダ 4 のブームコントロール弁 V1 の動作遅れに伴う腕下がりやを低減し、掘削軌道精度を向上することが出来るのである。また掘削動作開始時に、チェック弁の閉塞動作により発生するアクチュエータの油圧衝撃を防止し、スムーズな動作を行うことが出来る。

【0017】請求項 4 の発明によれば、機体の固有動揺周波数に対して、制御信号の中で、その固有周波数だけを除去し、機体の共振に基づく動揺を軽減することが出来るのである。また、特定の周波数帯域のみ減衰させるので、操作時の立ち上がり特性の鈍化が少ない。また油圧サーボ系のゲイン余裕が大きくなるので、サーボゲインを上げられ、応答性を改善できるのである。またフィルタをアナログ回路で構成できるので、コントローラ 12 の演算負荷が掛からず、かつ低コストで実現が可能である。

【0018】

【実施例】図 1 は本発明の電子油圧制御システムを具備したバックホーの側面図、図 2 は本発明のバックホーの制御方法の制御油圧回路図、図 3 はパイロット圧力からアームの角度調整の変化量を予測する方法を示す図面、図 4 はアームの動きによる軌道降下量の計算方法を示す図面、図 5 はブームへの操作量のフィードフォワード制御のブロック線図、図 6 は動作制限領域を示すバックホーの側面図、図 7 は動作制限点での作動を示す図面、図 8 は動作制限領域における減少速度係数を示す図面、図 9 はシリンダ制御方法を示す制御線図、図 10 は本発明のシリンダ動作状態を示す図面、図 11 は従来のシリンダ作動状態を示す図面である。

【0019】図 12 はノッチフィルタ N をブーム角度センサー $\theta 1$ と ADC の間に配置した実施例を示す制御システム図、図 13 はブームシリンダ 4 用の電磁比例弁と、DAC の間に配置した実施例を示す制御システム図、図 14 は機体固有振動数が姿勢により変化する状態と、機体固有振動数の帯域を示す図面、図 15 はノッチフィルタ N の動作特性を示す図面、図 16 はノッチフィルタ N の電子回路図と作動特性を示す図面、図 17 はノッチフィルタ N をデジタルフィルタで構成することにより、ノッチフィルタ N の中心周波数を機体姿勢や負荷の大きさによって調整すべく構成した制御システムを示す図面、図 18 は同じく図 17 の制御システムのブロック図、図 19 は機体姿勢に対する固有振動数マップを示す図面、図 20 は同じく図 18 の制御のフローチャート図面である。

【0020】請求項 1 のバックホーの制御方法について説明する。図 1 において、クローラ式走行装置の上に、旋回台軸受を介して、機体フレーム 8 が 360° 回転可能に支持されている。該機体フレーム 8 の前部にメインブーム 1 が支持されている。該メインブーム 1 の上端にバケットアーム 2 が枢支され、該バケットアーム 2 の先端にバケット 3 が枢支されている。メインブーム 1 はブームシリンダ 4 により昇降回動される。また、バケットアーム 2 はアームシリンダ 5 により昇降回動される。またバケット 3 はバケットシリンダ 6 により掘削回動される。20 は排土板である。

【0021】そしてバケットアーム 2 は、アーム操作レバー 7 の回動により機械的に操作される。アーム操作レバー 7 は前後の回動によりバケットアーム 2 を操作し、左右への回動により、旋回モータを操作するレバーであり、旋回モータ・バケットアームの両方を 1 本で操作するものである。また右側に配置された、バケット・ブーム操作レバー 9 は、前後の回動によりメインブーム 1 の前後回動を操作し、左右への回動によりバケット 3 を操作するものである。そしてアーム操作レバー 7 を機械的に操作する際に、メインブーム 1 とバケット 3 は、電気油圧制御を可能としているのである。即ち、バケットアーム 2 の動きに追従させて、メインブーム 1 とバケット

3を制御し、バケット3の刃先を直線動作させるものである。この場合に、オペレータが操作したアーム操作レバー7の動きから、バケットアーム2の動作量を予測計算し、メインブーム1を予め設定された目標直線方向に動作させるように構成したものである。

【0022】図1に示す如く、バケットアーム2を機械的に操作する際に、メインブーム1とバケット3は、電気油圧制御を可能としている。バケットアーム2のパイロット圧力P3とP4のいずれかが立ち上がったら、アーム操作レバー7が操作されたとして、その圧力の大きさで、バケットアーム2のメインスプールの開度（流量Q2）が、図3に示す制御処理を経て、バケットアーム2の関節角速度の予測値 $\Delta Q2$ が算出される。図1において、 $\theta 1$ はブーム角度センサー、 $\theta 2$ はアーム回動角センサー、 $\theta 3$ はバケット回動角センサー、 θR は旋回角センサー、 θS はスイング角センサーである。

【0023】また図2において、旋回・アーム操作レバー7により操作されるポテンショメーターから旋回モータとアームコントロール弁V2を操作する信号を発信し、バケット・ブーム操作レバー9により操作するポテンショメーターにより、ブームコントロール弁V1とアームコントロール弁V2を操作する信号が発信される。図4に示す如く、メインブーム1が $\Delta \theta 2$ 動いた場合の、目標軌道からの偏差 ΔZ が予測計算される。そこで ΔZ にフィードフォワードゲイン Kf を乗じた値をブームアンプへの入力電圧に加算することで図5の如く、制御が実現できる。本発明はこのように、バケットアーム2の動きに追従させて、メインブーム1とバケット3を直線軌道制御するバックホーの制御方法に関するものである。従来からバックホーの制御方法は公知とされていたが、従来は軌道偏差の出る原因が良く理解されていなかったため、その解決策を見つけることが出来なかったのである。もし、本発明の如きバックホーの制御方法を具備させていない場合には、バケットアーム2に追従させて、メインブーム1やバケット3を直線軌道制御させる際に、無駄時間の無いハードウェアを採用せざるを得なくなり、コストが高騰するのである。

【0024】次に図6・図7・図8において請求項2の発明を説明する。請求項2の発明は、バックホーを操作中に、バケットアーム2が予め設定された動作制限範囲に到達すると、動作速度を減じ、制限範囲の外側に設定した動作停止領域に到達するまでは、バケットアーム2の動作速度を動作停止領域までの距離の余裕量に応じて、連続的に減速するように構成したものである。

【0025】図6に示す、B・D・J・H・Aの5点の空間での位置を、同じく図6に示す各腕部に設けた、旋回角センサー θR 、スイング角センサー θS 、ブーム角度センサー $\theta 1$ 、アーム回動角センサー $\theta 2$ 、バケット回動角センサー $\theta 3$ を用いて、それぞれの信号を検出・演算し、予め設定された制限領域Gの内側では通常の動

作が可能であり、停止境界Fと制限領域Gの間の領域においては、図8に示すような速度係数 α を設定し、メインブーム1とバケットアーム2とバケット3の流量制御を行うのである。ブームコントロール弁V1と、アームコントロール弁V2と、バケットコントロール弁V3への電圧VP1～VP8に対して、この速度係数 α を乗じて出力するように構成しているのである。

【0026】従来技術では、制限領域を三段階に分けて、段階的に接近速度を落とすように構成していたが、制限領域付近をバケットアーム2の先端が通過し、操作レバーを一定に保っていたにも関わらず、急激な速度の変化が発生するという不具合が発生していたのである。

【0027】本発明においては、制限領域に掛かっているバケットアーム2の部位が、連続的に減速するように制御する為には、大きな計算量を必要とし、計算処理装置の負荷が高くなる。そこで、各関節を駆動している電気油圧アクチュエータのアンプに入力する電圧を制御することで容易に実現できるシステムを構成したものである。

【0028】請求項3の発明を、図9から図11において説明する。請求項3の発明は、バックホーで自動制御によって掘削作業即ち直線掘削作業を行っている場合に、自動制御モードの指令を受けた後、アクチュエータが実際に掘削動作を開始する前に、動作シリンダのメータイン側の内圧を検知し、この圧力がポンプ吐出圧力よりも高ければ、ポンプ吐出圧力を上昇させ、シリンダ負荷圧力と一致する状態にして保持するのである。

【0029】即ち、図9において図示する如く、メインブーム1を昇降するブームシリンダ4と油圧ポンプ13から圧油を供給する油路に中途部に、ブームシリンダ4のブームコントロール弁V1を配置し、該ブームコントロール弁V1と油圧ポンプ13の間にポンプ吐出圧力Psを検出するセンサーを配置し、ブームコントロール弁V1とブームシリンダ4の間には、メータイン側シリンダ内圧Pbを検出するセンサーを配置している。そして、該ポンプ吐出圧力Psとシリンダ内圧Pbを比較して、両者が略同じとなるように、リリーフ弁10をコントローラ12により制御するのである。該リリーフ弁10のリリーフ圧をソレノイドにより調整して、メータイン側シリンダ内圧Pbとポンプ吐出圧力Psを所定の圧力となるように制御するものである。

【0030】この発明では、自動制御モードに入ると同時に、シリンダ内圧Pb、ポンプ吐出圧力Psをセンサーで検出する。通常は中立状態では、ポンプ吐出圧力Psはアンロードされており、図11に示す如く、シリンダ内圧Pb>ポンプ吐出圧力Psである場合が多い。本発明においては、シリンダ内圧Pbとポンプ吐出圧力Psが一致するようにポンプ圧力を制御するものである。その実施例としては、アンロード回路の電磁リリーフ弁を制御する方法が取られるのである。

【0031】従来の自動制御バックホーにおいて、軌道制御はロードセンシング機構を即ち、クローズドセンター方式を用いていた。本発明においては、従来からマニュアルバックホーで使用されている、オープンセンター方式のコントロールバルブをそのまま用いて、自動制御をする場合に適用できるのである。即ちコントロールバルブをオープンセンター式として、中立時もポンプ圧を上昇させるのである。この発明を実施しない場合には、中小型のバックホーにおいて自動制御機構を設けようとする場合には、クローズドセンター方式に代表される。10 専用のコントロールバルブを用意しなければならないのである。

【0032】次に請求項4の発明を説明する。請求項4の発明は、コントローラ12からブームコントロール弁V1やアームコントロール弁V2やバケットコントロール弁V3への制御信号或いは、関節角や関節角速度等のセンサー信号を、機体の姿勢変化で変わる固有振動数の変化幅と同じか、それよりやや広い範囲の帯域除去特性を持つ、ノッチフィルタNに通すことにより、制御信号やセンサー信号の中で、起振源となりそうな周波数成分のみを、予め減衰させ、機体揺動を抑制させるのである。

【0033】図12と図13に示す如く、オペレータが旋回・アーム操作レバー7やバケット・ブーム操作レバー9を操作する際の電気信号に変えて、デジタル・アナログ変換する電子油圧制御方式のバックホーにおいて、デジタル・アナログ変換器の出力を機体動揺固有周波数Xに合わせて、帯域カットするノッチフィルタNを通すことにより、機体共振への加振作用を減少させるのである。また、姿勢変化による機体共振の周波数変動幅を ΔX とすると、ノッチフィルタNのカット帯域幅を ΔX とすることで、全姿勢に対して効果を発揮できるのである。ノッチフィルタNをメインブーム1のみに入れたのは、メインブーム1の動きによる加振作用が最も大きいからである。

【0034】図12においては、メインブーム1のブーム角度センサー $\theta 1$ の部分から来る電気信号の中途部にノッチフィルタNを入れて、その後アナログ・デジタル変換器を介して、コントローラ12のCPUに送信している。また、図13においては、メインブーム1に圧油を供給するブームコントロール弁V1の油圧回路にノッチフィルタNを入れて、制御の信号に対してノッチフィルタNを掛けるように構成している。図12と図13は、ノッチフィルタNの配置が相違するだけである。

【0035】図14においては、バケットアーム2が姿勢aから姿勢bに変化するに伴い、機体固有振動が変化する状態を図示している。そして姿勢aの時の固有振動するXAから、姿勢bの固有振動数XBまでの幅 ΔX が機体固有振動数の帯域であり、この振動帯域の変化域に対応する ΔX のノッチフィルタNを使用することとなる

のである。図15においては、ノッチフィルタNの特性を示している。機体固有振動の帯域 ΔX と同じか、それよりやや大きめの除去帯域となるように、ノッチフィルタNを調整する。即ち、ノッチフィルタNの中心周波数Xbを、機体固有振動数の帯域 ΔX の中心域と一致させるのである。

【0036】図16においては、本発明で使用するノッチフィルタNの回路図と、該ノッチフィルタNの中心周波数の計算式を図示している。ノッチフィルタNを構成する抵抗とコンデンサーと可変抵抗の抵抗値を調整することにより、ノッチフィルタNの中心周波数 θ を決定することが出来ることが開示されている。

【0037】図17・図18・図19・図20においては、バックホーの機体揺動の低減方法の他の実施例を図示している。図17はノッチフィルタNをデジタルフィルタで構成することにより、ノッチフィルタNの中心周波数を機体姿勢や負荷の大きさによって調整すべく構成した制御システムを示す図面、図18は同じく図17の制御システムのブロック図、図19は機体姿勢に対する固有振動数マップを示す図面、図20は同じく図18の制御のフローチャート図面である。

【0038】該実施例の場合には、ノッチフィルタNをデジタルフィルタで構成することにより、中心周波数を機体の姿勢や負荷の大きさによって変化させるように構成している。請求項4の発明の構成においては、ノッチフィルタNをアナログ式の固定式フィルタとしていたので、機体の姿勢変化に対応する為の、ノッチフィルタNのカット幅を大きく取る必要があった。その為に、特定の姿勢や負荷に対して、必要以上の信号周波数帯域が減少させられるので、オペレータにとって操作の違和感が発生させる可能性があったのである。

【0039】本発明においては、機体の姿勢やバケットの抱える負荷の大きさを別の方法によって検出し、これらの条件における機体共振周波数のみをカット出来るデジタルノッチフィルタNをソフトウェアで構成することによって、カットされる信号の帯域を最少に抑えることが出来るのである。これにより、オペレータの操作の違和感や動作の遅れを解消できる。

【0040】図17から図20においては、機体に掛かる負荷をメインブーム1のボトム側に取り付けられた圧力センサーにより検出する。該圧力センサーの値は、バケットアーム2の動きや機体揺動による変動分を除く為に、約1秒の移動平均を求め、メインブーム1の角度によりリンク演算を行い、メインブーム1の軸回りの力に変換する。一方、機体の固有振動数は、バケットアーム2の姿勢やバケット3の土の量によって変化するが、これはメインブーム1の軸回りの力の大きさに関係付けることが出来る。

【0041】即ち、バケットアーム2が水平方向に伸びて、バケット3の荷重の重い時程、固有振動数は低くな

る。これは、メインブーム 1 の軸回りの力によって観察できる。また固有振動数は、旋回の向きや、排土板 20 の設置状態によっても変化する。本構成では、これらの条件による固有振動数の変化の状態をマップ化しておき、前述した検出力と、その時の排土板 20 の旋回の状態より、固有振動数を決定し、この固有振動数に対して、ノッチフィルタ N の中心周波数を決定し、調節するのである。本構成は、バックホーの固有振動数を、メインブーム 1 の軸回りの力の関数として、旋回角や排土板 20 の設置状態でマップ化して、最適のノッチフィルタ N の中心周波数を得るものである。

【0042】

【発明の効果】請求項 1 の如く構成したので、バケットアーム 2 の動作を予測して、メインブーム 1 にフィードフォワード制御することにより、メインブーム 1 の油圧系に無駄時間があっても、軌道からのズレが少なく抑えられるのである。

【0043】請求項 2 の如く構成したので、動作制限領域に掛かった際においても、作業を中断することなく、なおかつ、制限領域から離脱する際もスムーズに動作を可能にすることで、オペレータの違和感を無くし、良好な操作性を確保し、かつ停止領域直前での最大速度が非常に小さくなっており、バケットアーム 2 の動作慣性などで、停止領域を超えることが無いので安全上も好ましいバックホーの制御方法としたものである。

【0044】請求項 3 の如く構成したことにより、掘削開始時の電磁比例弁、ブームシリンダ 4 のブームコントロール弁 V1 の動作遅れに伴う腕下がりやを低減し、掘削軌道精度を向上することが出来るのである。また掘削動作開始時に、チェック弁の閉塞動作により発生するアクチュエータの油圧衝撃を防止し、スムーズな動作を行うことが出来るのである。

【0045】請求項 4 の如く構成したことにより、機体の固有動揺周波数に対して、制御信号の中で、その固有周波数だけを除去し、機体の共振に基づく動揺を軽減することが出来るのである。また、特定の周波数帯域のみ減衰させるので、操作時の立ち上がり特性の鈍化が少ない。また油圧サーボ系のゲイン余裕が大きくなるので、サーボゲインを上げられ、応答性を改善できるのである。またフィルタをアナログ回路で構成できるので、コントローラ 12 の演算負荷が掛からず、かつ低コストで実現が可能である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の電子油圧制御システムを具備したバックホーの側面図。

【図 2】本発明のバックホーの制御方法の制御油圧回路図。

【図 3】パイロット圧力からアームの角度調整の変化量を予測する方法を示す図面。

【図 4】アームの動きによる軌道降下量の計算方法を示す図面。

【図 5】ブームへの操作量のフィードフォワード制御のブロック線図。

【図 6】動作制限領域を示すバックホーの側面図。

【図 7】動作制限点での作動を示す図面。

【図 8】動作制限領域における減少速度係数を示す図面。

【図 9】シリンダ制御方法を示す制御線図。

【図 10】本発明のシリンダ動作状態を示す図面。

【図 11】従来のシリンダ動作状態を示す図面である。

【図 12】ノッチフィルタをブーム角度センサー $\theta 1$ と ADC の間に配置した実施例を示す制御システム図。

【図 13】ブームシリンダ 4 用のブームコントロール弁 V1 と、DAC の間に配置した実施例を示す制御システム図。

【図 14】機体固有振動数が姿勢により変化する状態と、機体固有振動数の帯域を示す図面。

【図 15】ノッチフィルタの動作特性を示す図面。

【図 16】ノッチフィルタ N の電子回路図と作動特性を示す図面。

【図 17】ノッチフィルタ N をデジタルフィルタで構成することにより、ノッチフィルタ N の中心周波数を機体姿勢や負荷の大きさによって調整すべく構成した制御システムを示す図面。

【図 18】同じく図 17 の制御システムのブロック図。

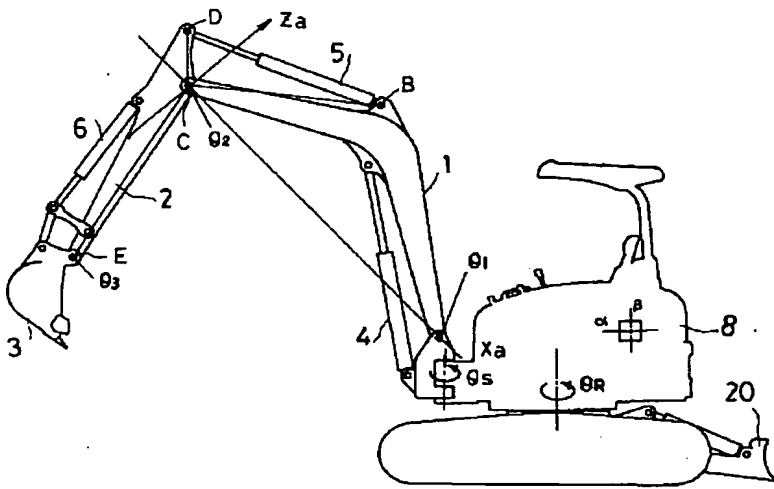
【図 19】機体姿勢に対する固有振動数マップを示す図面。

【図 20】同じく図 18 の制御のフローチャート図面。

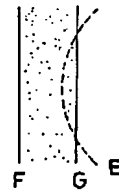
【符号の説明】

- 1 メインブーム
- 2 バケットアーム
- 3 バケット
- 4 ブームシリンダ
- 5 アームシリンダ
- 6 バケットシリンダ
- 7 アーム操作レバー
- 12 コントローラ
- V1 ブームコントロール弁
- V2 アームコントロール弁
- V3 バケットコントロール弁
- $\theta 1$ ブーム角度センサー
- $\theta 2$ アーム回動角センサー
- $\theta 3$ バケット回動角センサー
- θS スイング角センサー
- θR 旋回角センサー
- ADC アナログーデジタル変換器
- DAC デジタルーアナログ変換器

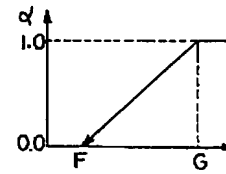
【図1】



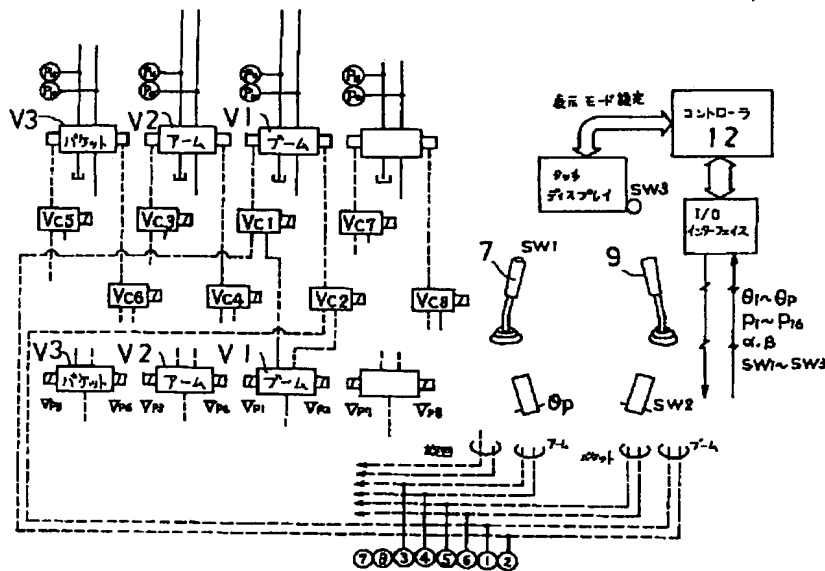
【図7】



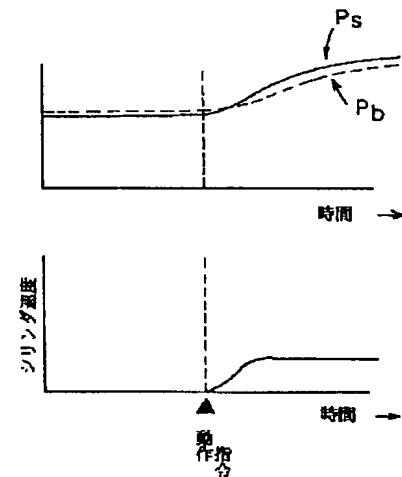
【図8】



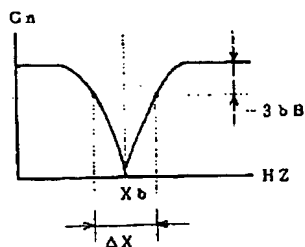
【図2】



【図10】



【図15】

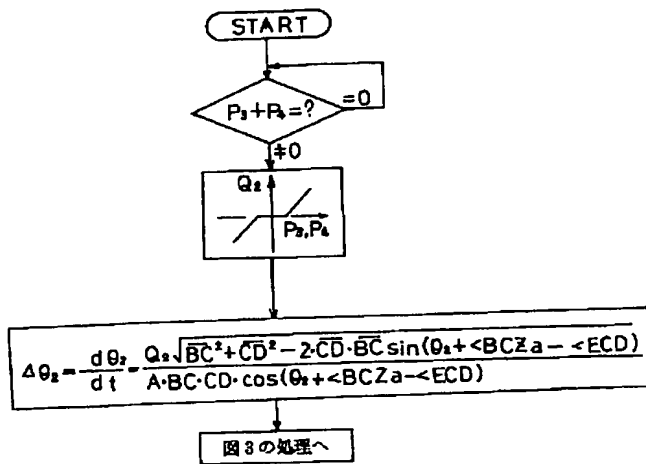


ノッチフィルタの特性

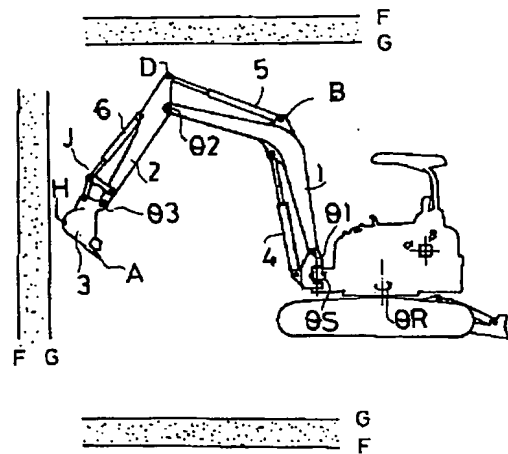
機体固有振動の帯域 ΔX と同じか
それよりやや大きめの除去帯域と
なるようにフィルタの θ 値を調整
する。

・中心周波数を機体固有振動と一致
させる。

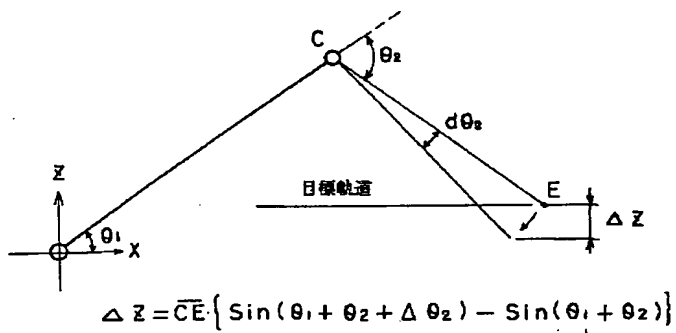
【図3】



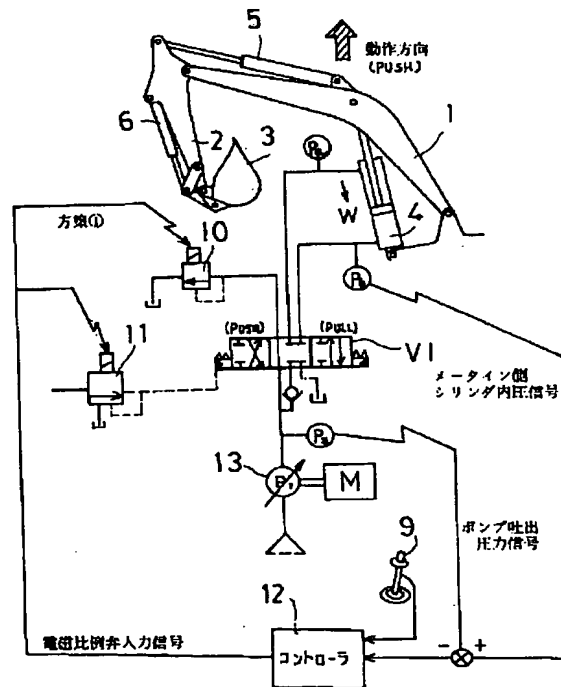
【図6】



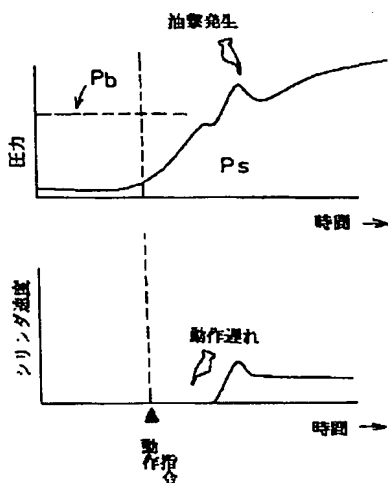
【図4】



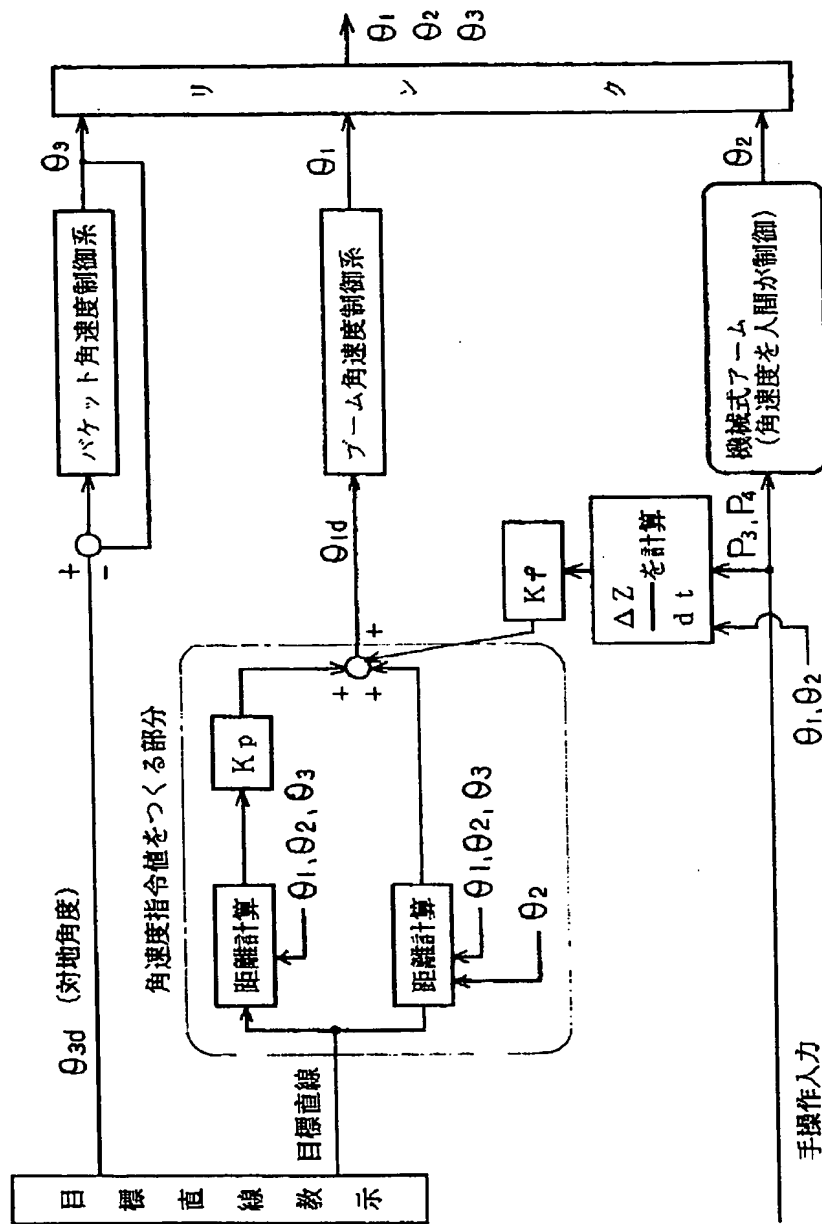
【図9】



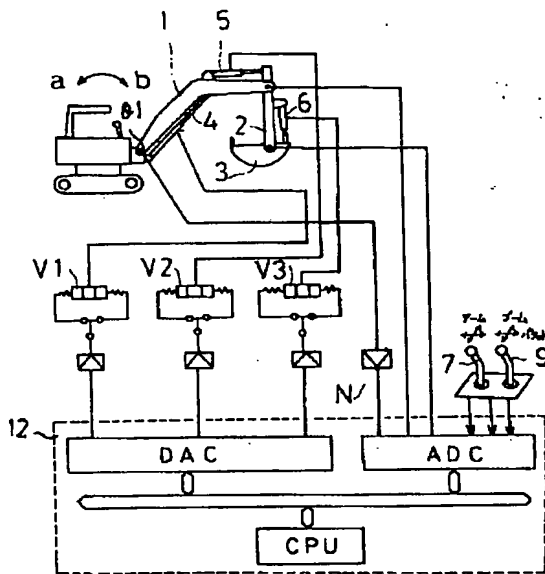
【図11】



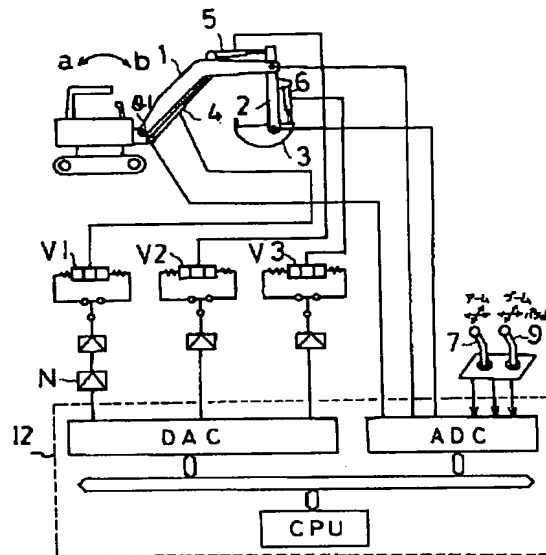
【図5】



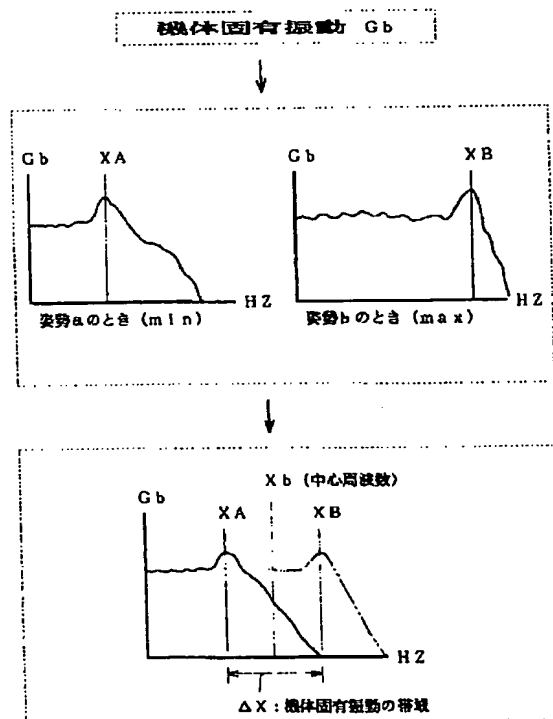
【図12】



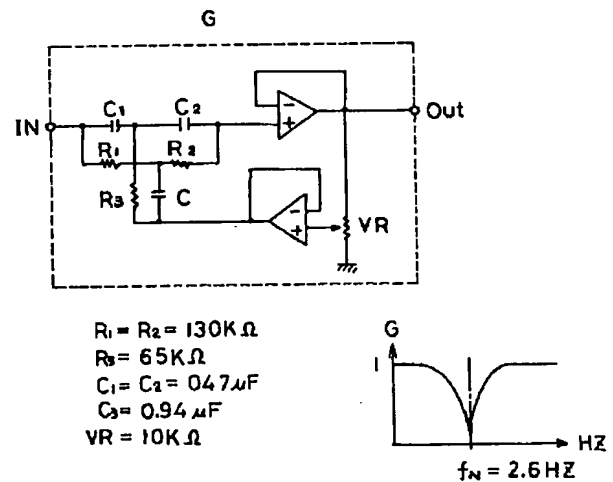
【図13】



【図14】



【図16】



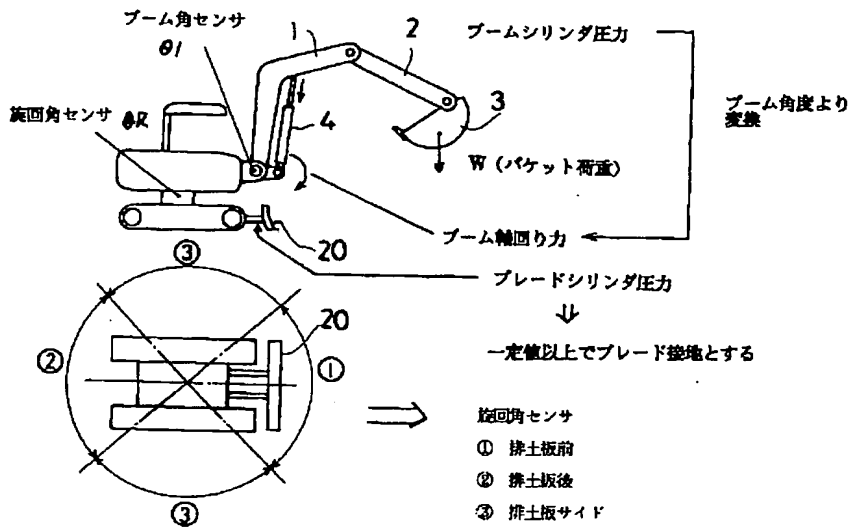
$$G = \frac{(j\omega C_1 R_1)^2 + 1}{(j\omega C_1 R_1)^2 + \frac{1}{\theta} j\omega C_1 R_1 + 1}$$

$$\theta = \frac{1}{4(K-1)}$$

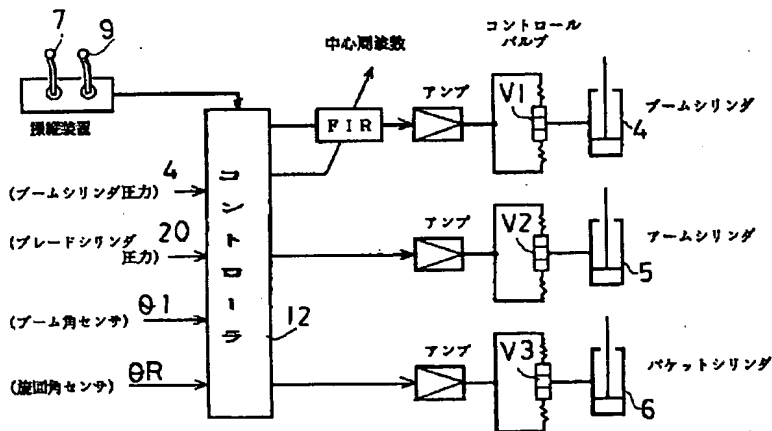
$$0 \leq K \leq 1 \text{ で } VR$$

$$f_N = \frac{1}{2\pi C_1 K_1}$$

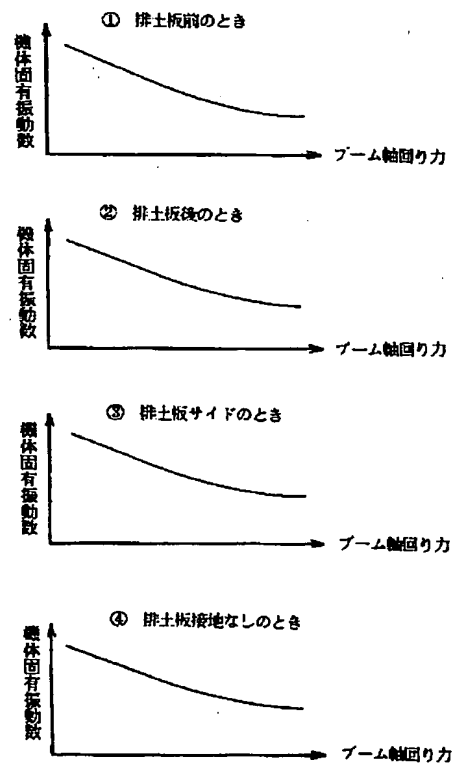
【図 17】



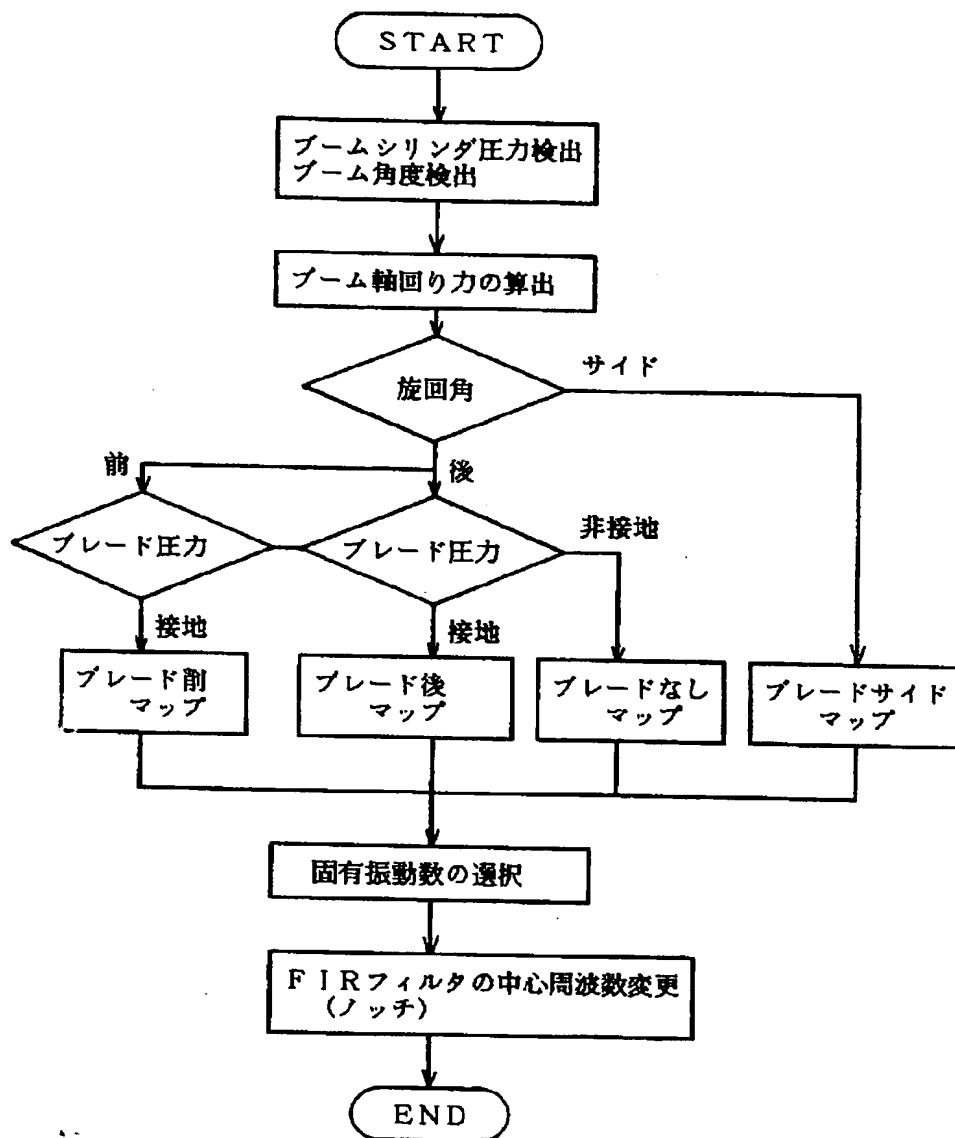
【図 18】



【図 19】



【図20】



フロントページの続き

(72)発明者 多田 茂樹
大阪府大阪市北区茶屋町1番32号 ヤンマ
ーディーゼル株式会社内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ ~~FADED TEXT OR DRAWING~~
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ ~~LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT~~
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.